

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-257595  
 (43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl. H04R 17/00  
 H04R 17/00  
 H01B 3/12  
 H04R 31/00

(21)Application number : 09-053494

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 07.03.1997

(72)Inventor : WATANABE KOICHI  
 OCHIAI KAZUTAKA  
 OTA JUNJI  
 ODA MASAHIRO

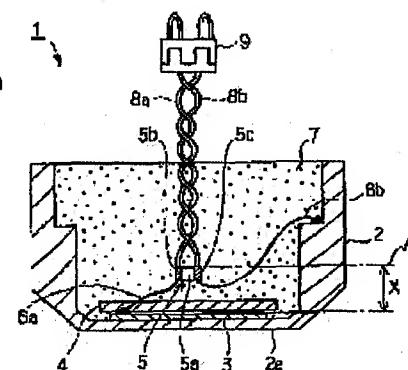
## (54) ULTRASONIC SENSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To simplify the electric connection work of capacitor for temperature compensation and to improve reliability by providing the capacitor for temperature compensation with a pair of electrodes formed on one face of dielectric.

**SOLUTION:** A capacitor 5 for temperature compensation arranged above a sound absorber 4 has structure forming electrodes 5b and 5c on both the sides of dielectric 5a having a parallelopiped form. A pair of electrodes 5b and 5c exist on one face such as an upper face 5d, for example, of dielectric 5a. In this case, electrodes 5b and 5c exist not only on the upper face 5d but also on a pair of lower face and side face. The electrodes on the upper face of piezoelectric vibrator 3 are electrically connected through a lead wire 6a to the electrode 5b of capacitor 5 for temperature compensation.

Besides, the electrode 5a of capacitor 5 for temperature compensation is electrically connected through a lead wire 6b to a metal case 2. Thus, the bonding of lead wires 6a and 6b to the capacitor 5 for temperature compensation can be easily performed.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-257595

(43)公開日 平成10年(1998)9月25日

(51)Int.C1.<sup>6</sup>

H 04 R 17/00

識別記号

3 3 0

F I

H 04 R 17/00

3 3 0 H

3 3 0 K

G

H 01 B 3/12

H 04 R 31/00 3 3 0

H 01 B 3/12

H 04 R 31/00 3 3 0

審査請求 未請求 請求項の数3

O L

(全10頁)

(21)出願番号

特願平9-53494

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡市天神二丁目26番10号

(72)発明者 渡辺 浩一

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72)発明者 落合 千貴

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72)発明者 太田 順司

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74)代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

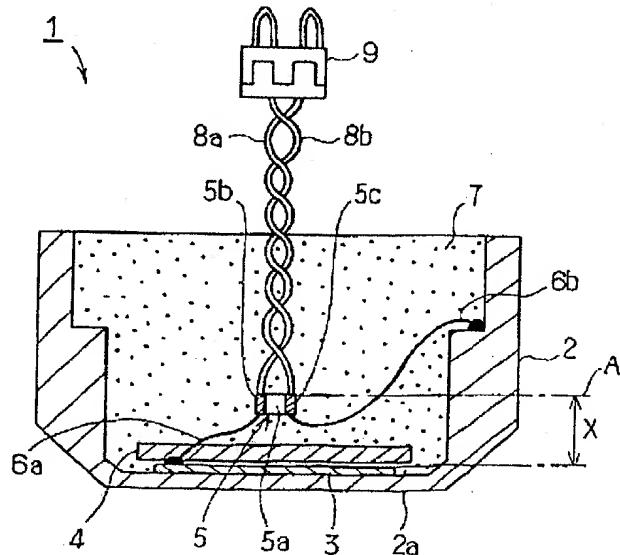
最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波センサ

(57)【要約】

【課題】 ケース内に温度補償用コンデンサを内蔵してなる超音波センサにおいて、ケース内におけるリード線接続作業及び接続確認作業を容易に行うことができ、信頼性に優れた超音波センサを得る。

【解決手段】 ケース2内に圧電振動素子3及び温度補償用コンデンサ5を内蔵してなる超音波センサ1において、温度補償用コンデンサ5として、誘電体5aの1つの面に電極5b, 5cが形成されており、該1つの面上においてリード線6a, 6bを接続してなる超音波センサ1。



【0006】温度補償用コンデンサ65bの両正面の電極には、それぞれ、引出しリード線67a, 67bが接続されており、引出しリード線67a, 67bはケース外に設けられたコネクター68に電気的に接続されている。

【0007】ケース62内には、超音波の反射を防止するため、吸音用のシリコーン接着剤69が充填されている。また、ケース62の開口側を被覆するように吸音材70が固定されている。吸音材70は、発泡ポリウレタンにより構成されている。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】超音波センサ61では、圧電振動素子63の静電容量が温度変化により大きく変動し、共振特性が変化することに鑑み、温度補償用コンデンサ65が接続されている。

【0009】しかしながら、温度補償用コンデンサ65を配置したために、超音波センサ61の組み立てに際しリード線66a, 66b, 67a, 67bの半田付け等による接合作業の作業性が低下するという問題があっ

#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ケースと、前記ケース内に収納された圧電振動素子と、  
前記ケース内に収納された温度補償用コンデンサと、  
前記圧電素子と前記温度補償用コンデンサとを電気的に接続している第1のリード線と、  
前記温度補償用コンデンサに接続されておりかつケース外に引き出されている第2のリード線とを備え、  
前記温度補償用コンデンサが、誘電体の1つの面に形成された一対の電極を有することを特徴とする、超音波センサ。

【請求項2】 超音波の波長を入とすると、温度補償用コンデンサは、その超音波の伝搬方向の寸法が、入/4未満の長さである、請求項1に記載の超音波センサ。

【請求項3】 超音波の波長を入とすると、温度補償用コンデンサの圧電振動素子から最も離れた部分と、圧電振動素子との間の距離が入/4未満である、請求項1または2に記載の超音波センサ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波を送・受信することにより障害物等を検出するのに用いられる超音波センサに関し、より詳細には、ケース内に圧電素子及び温度補償用コンデンサを内蔵してなる超音波センサの改良に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来、例えば車両搭載用障害物センサなどに用いられる超音波センサが知られている。図12は、この種の超音波センサの一例を説明するための断面図である。

【0003】図12に示すように、超音波センサ61は、一端が閉じられており、かつ金属よりなる筒状のケース62を用いて構成されている。ケース62の閉じられた端面62aが超音波を送・受信する部分である。

【0004】ケース62の端面62aの内側には圧電振動素子63が固定されている。圧電振動素子63は、PZT系圧電セラミックスよりなる圧電セラミック板の両正面に電極(図示せず)を形成した構造を有する。

【0005】圧電振動素子63に近接してポリエステル製フェルト材からなる吸音材64が配置されている。また、ケース62内において、吸音材64の上方には温度補償用コンデンサ65が配置されている。温度補償用コンデンサ65は、セラミック板の両正面に電極を形成した構造を有する。温度補償用コンデンサ65の一方正面の電極は圧電振動素子63にリード線66aにより電気的に接続されている。温度補償用コンデンサ65の他方正面の電極はリード線66bを介してケース62に電気的に接続されている。なお、ケース62は、圧電振動素子63の他方正面(図面上下面)の電極に電気的に接続されている。

10

20

30

40

50

【0010】すなわち、超音波センサ61の組み立てに際しては、リード線66a, 66bによる接合は、シリコーン樹脂69の充填前に完了されなければならない。ところが、温度補償用コンデンサ65は、セラミック板の両正面に電極を形成した構造を有するため、温度補償用コンデンサ65を図12に示す位置に保ったまま、温度補償用コンデンサ65の各正面の電極に、それぞれ、リード線66a, 66bを半田付け等により接合しなければならず、接合作業が煩雑であった。

【0011】加えて、シリコーン樹脂69の充填に際しては、リード線66a, 66bが確実に温度補償用コンデンサ65に接合されているか否かを目視により判別しなければならないが、温度補償用コンデンサ65の両正面にリード線66a, 66bを接合する構造であるため、目視による判別に際し、温度補償用コンデンサ65の両面をそれぞれ視認しなければならなかった。

【0012】また、リード線67a, 67bの接合についても、吸音材70を硬化させるに先立ち、リード線67a, 67bが温度補償用コンデンサ65に確実に接合されているか否かを確かめなければならなかつたが、この場合においても、リード線67a, 67bは温度補償用コンデンサ65の両正面の電極にそれぞれ接続されるものであるため、温度補償用コンデンサ65の各正面を観察する必要があった。

【0013】さらに、温度補償用コンデンサ65は、セラミック板の両正面に電極を形成して静電容量を取り出す構造を有するため、全体の寸法が比較的大きかった。従つて、外部から冷熱衝撃が加えられた場合、歪みが発生し易かった。加えて、シリコーン樹脂69を注入するに際し、温度補償用コンデンサ65が比較的大きく、シ

リコーン樹脂69と温度補償用コンデンサ65との接触面積が大きいので、超音波の反射をもたらす気泡がケース62内で発生しがちであるという問題もあった。

【0014】加えて、温度補償用コンデンサ65の寸法が比較的大きいため、温度補償用コンデンサ65自体による超音波の反射も無視できなかつた。さらに、温度補償用コンデンサ65は、そのセラミック板の主面が圧電振動素子63と直交する方向に配置されているため、温度補償用コンデンサ65の上端は、圧電振動素子63からかなりの距離をもつて隔てられていた。そのため、圧電振動素子63の温度変化に対する温度補償用コンデンサ65の温度追従性が十分でなく、十分な温度補償機能を得ることができないことがあつた。

【0015】本発明の目的は、ケース内に圧電振動素子及び温度補償用コンデンサを内蔵してなる超音波センサにおいて、温度補償用コンデンサの電気的接続作業を簡略化することができる、信頼性に優れた超音波センサを提供することにある。

【0016】本発明の他の目的は、冷熱衝撃が加えられた際の温度補償用コンデンサの歪みが生じ難く、ケース内に弾性樹脂を充填する際の気泡の発生を抑制することができ、かつ所望でない超音波の反射を防止し得る構造を備えた超音波センサを提供することにある。

【0017】本発明のさらに他の目的は、温度補償用コンデンサを備えた超音波センサであつて、温度補償用コンデンサが圧電振動素子の温度変化に対する追従性に優れており、従つて温度補償機能に優れた温度補償用コンデンサを有する超音波センサを提供することにある。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明に係る超音波センサは、ケースと、前記ケース内に収納された圧電振動素子と、前記ケース内に収納された温度補償用コンデンサと、前記圧電振動素子と前記温度補償用コンデンサとを電気的に接続している第1のリード線と、前記温度補償用コンデンサに接続されておりかつケース外に引き出されている第2のリード線とを備え、前記温度補償用コンデンサが、誘電体の1つの面に形成された一対の電極を有することを特徴とする。なお、第1、第2のリード線は同一であつてもよい。すなわち兼用させていてもよい。

【0019】請求項2に記載の発明は、超音波の波長を入とすると、温度補償用コンデンサは、その超音波の伝搬方向の寸法が、 $\lambda/4$ 未満の長さである。請求項3に記載の発明は、超音波の波長を入とすると、温度補償用コンデンサの圧電振動素子から最も離れた部分と、圧電振動素子との間の距離が $\lambda/4$ 未満である。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施例に係る超音波センサを説明するための断面図である。図1に示すように、超音波センサ1は、筒状のケース2内に圧電

素子3を配置した構造を有する。筒状ケース2は、アルミニウムなどの金属材料により構成されている。

【0021】ケース2の下方は閉じられており、下方の端面2aから超音波が送・受信される。端面2aの内側には、圧電振動素子3が貼り付けられている。圧電振動素子3は、PZT系圧電セラミックスからなる圧電板の両主面に電極(図示されず)を形成した構造を有する。なお、下面の電極は、接着剤(図示せず)を介してケース2に密着して貼り合わされている。ケース2を金属材料で構成しているため、圧電振動素子3の下面の電極はケース2に電気的に接続されている。

【0022】圧電振動素子3の上方には、吸音材4が配置されている。吸音材4は、所望でない超音波の反射を吸収するために設けられている。吸音材4を構成する材料については、所望でない超音波の反射を防止し得る限り、特に限定されるものではないが、本実施例では、ポリエチル製フェルト部材が用いられている。

【0023】吸音材4の上方には温度補償用コンデンサ5が配置されている。温度補償用コンデンサ5は、図2に拡大して示すように、直方体状の形状を有する誘電体5aの両端に電極5b, 5cを形成した構造を有する。この温度補償用コンデンサ5は、積層セラミックコンデンサにより構成されており、誘電体5aは、誘電体セラミックスよりなり、内部に静電容量を取り出すための内部電極が複数形成されている。これらの内部電極は、図示の電極5bまたは電極5cに電気的に接続されている。

【0024】電極5b, 5cは、誘電体5aの1つの端面から他の4つの面に至るように形成されている。従つて、誘電体5aの1つの面、例えば上面5d上に、一対の電極5b, 5cが存在する。なお、温度補償用コンデンサ5では、上面5dだけでなく下面及び一対の側面のそれぞれにおいても、電極5b, 5cが存在する。

【0025】図1に戻り、圧電振動素子3の上面の電極(図示されず)がリード線6aにより温度補償用コンデンサ5の電極5bに電気的に接続されている。また、温度補償用コンデンサ5の電極5cがリード線6bにより金属ケース2に電気的に接続されている。リード線6a, 6bの接続は、半田付けあるいは導電性接着剤等を用いて行われる。

【0026】本実施例の超音波センサ1では、誘電体5aの1つの面に一対の電極5b, 5cが形成されているので、リード線6a, 6bの温度補償用コンデンサ5への接合を容易に行うことができる。すなわち、リード線6a, 6bを電極5b, 5cに例えば半田付けにより接合する場合、誘電体5aの1つの面上に電極5b, 5cが存在するので、該誘電体5aの1つの面上においてリード線6a, 6bの接合作業を容易に行うことができる。

【0027】また、ケース2内には、弾性樹脂7が充填

されている。弾性樹脂7は、例えばシリコーン樹脂やブチルゴムなどのゴム弹性に優れた樹脂により構成されており、それによって不要な超音波の反射を抑制するように構成されている。

【0028】上記弾性樹脂7を充填する前に、リード線6a, 6bの接合作業を完了していかなければならない。従って、弾性樹脂7を充填するに際しては、リード線6a, 6bが温度補償用コンデンサ5に確実に接合されているか否かを目視により観察しなければならない。本実施例の超音波センサ1では、温度補償用コンデンサ5の誘電体5aの1つの面においてリード線6a, 6bが接合されているので、リード線6a, 6bの接合状態を一度の目視により容易に確認することができる。

【0029】すなわち、従来の超音波センサ61では、温度補償用コンデンサ65の片面側の接合部分を目視により確認した後、他面側の接合部分の確認を行わなければならなかつたのに対し、本実施例の超音波センサ1では、誘電体5aの1つの面で形成されている2つの接合部分を一度に確認することができる。

【0030】温度補償用コンデンサ5には、引出しリード線8a, 8bが半田付け等により接合されている。引出しリード線8a, 8bは、ケース2外に延ばされており、コネクター9に接合されている。コネクター9は、超音波センサ1の出力を得る増幅器などに直ちに接続することを可能とするために設けられている。

【0031】引出しリード線8a, 8bの温度補償用コンデンサ5への接合についても、弾性樹脂7の充填前行わねばならない。この場合も、引出しリード線8a, 8bの温度補償用コンデンサ5に対する接合状態を、一度の目視により容易に確認することができる。

【0032】さらに、温度補償用コンデンサ5の超音波の伝搬方向の寸法が、超音波の $\lambda/4$ 未満とされている。より具体的には、図2に示す長さl、幅w及び厚みtは、それぞれ、 $l=3.3\text{ mm}$ 、 $w=1.6\text{ mm}$ 及び $t=0.6\text{ mm}$ とされている。すなわち、空気中における $20^\circ\text{C}$ での音波伝搬速度Cは、 $C=344\text{ m/s}$ であり、周波数 $40\text{ kHz}$ では、波長 $\lambda$ は $\lambda=C/f=8.6\text{ mm}$ となる。従って、 $\lambda/4=2.15\text{ mm}$ であるので、上記 $W=1.6\text{ mm}$ は $\lambda/4$ 未満である。また、圧電振動素子と、温度補償用コンデンサの圧電振動素子から最も遠い部分との距離は $2.0\text{ mm}$ となっており、この距離も $\lambda/4$ 未満である。

【0033】温度補償用コンデンサ5の上記寸法Wが $\lambda/4$ 未満であるため超音波の定在波による不要反射が発生しない。また、超音波センサ1に外部から冷熱衝撃が加えられたとしても、熱による歪みが生じ難いので、耐冷熱衝撃性を高めることができる。

【0034】加えて、弾性樹脂7を充填するに際し、温度補償用コンデンサ5と弾性樹脂7との接触面積が小さいため、気泡が発生し難く、気泡に起因する超音波の所

望でない反射を抑制することができる。

【0035】なお、本実施例では、温度補償用コンデンサ5として直方体状の積層コンデンサを用いたが、本発明において温度補償用コンデンサとして用い得る構造はこれに限定されるものではない。すなわち、誘電体の1つの面に一对の電極を有する限り、適宜の構造のコンデンサを用いることができる。

【0036】例えば、図3に示すように、円板状の誘電体10aの少なくとも1つの面に一对の電極10b, 10cを形成してなるコンデンサ10を用いてもよい。また、図4に示すように、円板状の誘電体11aの少なくとも一方主面において大きさの異なる一对の電極11b, 11cを形成してなるコンデンサ11を用いてもよい。

【0037】なお、円板状の誘電体10a, 11aについては、角板状等の他の形状であってもよい。コンデンサ10, 11についても、1つの面に一对の電極10b, 10c, 11b, 11cを有するため、温度補償用コンデンサ5に代えて用いることにより、図1に示した超音波センサ1と同様の作用効果を発揮する。

【0038】図3及び図4に示したコンデンサ10, 11についても、超音波の伝搬方向に対する寸法が $\lambda/4$ 未満であり、圧電振動素子から最も遠い部分と圧電振動素子との距離が $\lambda/4$ 未満であれば、温度補償用コンデンサ5を用いた場合と同様に■耐冷熱衝撃性の向上、■気泡の発生による不要な超音波の反射の抑制並びに■温度補償用コンデンサ自体による超音波の所望でない反射の抑制を果たし得る。

【0039】また、本発明において、温度補償用コンデンサの誘電体を構成する材料については、誘電体セラミックスに限定されず、樹脂などの他の材料であってもよい。このように、距離xを $\lambda/4$ 未満とし、温度補償用コンデンサ5の圧電振動素子3から最も遠い部分までを、従来の超音波センサ1の場合に比べて圧電振動素子3に近接させることにより、圧電振動素子3の温度変化に対する温度補償用コンデンサ5の温度追従性を高めることができる。従って、温度補償用コンデンサ5による温度補償機能を十分に果たし得ることがわかる。

【0040】図3及び図4に示したコンデンサ10, 11についても、温度補償用コンデンサ5を用いた場合と同様に■耐冷熱衝撃性の向上、■気泡の発生による不要な超音波の反射の抑制並びに■温度補償用コンデンサ自体による超音波の所望でない反射の抑制を果たし得る。

【0041】図5は、本発明の第2の実施例に係る超音波センサを説明するための断面図であり、図6はその回路構成を示す図である。第2の実施例の超音波センサ21は、温度補償用コンデンサ5に加えてインダクタンス素子としてのトランジスタ22及び抵抗素子23をケース2内にさらに内蔵したことを除いては、第1の実施例の超音波センサ1と同様に構成されている。従って、超

音波センサ 1 と同一部分については、同一の参照番号を付することにより、超音波センサ 1 について行った説明を援用することにより詳細な説明を省略する。

【0042】圧電振動素子 3 の上面の電極（図示せず）に接合されているリード線 6a が温度補償用コンデンサ 5 の一方の電極 5b に電気的に接続されている。この電極 5b には、リード線 24a を介してトランス素子 22 が接続されている。同様に、温度補償用コンデンサ 5 の他方の電極 5c にも、リード線 24b を介してトランス素子 22 が接続されている。また、電極 5c には、リード線 25a を介して抵抗素子 23 が接続されている。

【0043】抵抗素子 23 は、抵抗体 23a の両端に電極 23b, 23c を形成した構造を有する。リード線 25a は、一方の電極 23b に電気的に接続されている。また、電極 23b には、リード線 25b が接続されており、リード線 25b の他端がケース 2 に電気的に接続されている。

【0044】他方、抵抗素子 23 の他方の電極 23c には、引出しリード線 25c が電気的に接続されており、該引出しリード線 25c はケース 22 外に引き出されている。さらに、トランス素子 22 にも、引出しリード線 26a, 26b が接続されている。引出しリード線 26a, 26b, 25c は、ケース 22 外に設けられたコネクター（図示せず）に接合されている。

【0045】本実施例においても、温度補償用コンデンサ 5 は、誘電体 5a の 1 つの面に一対の電極 5b, 5c が形成されている構造を有する。従って、リード線 6a, 25a, 24a, 24b の温度補償用コンデンサ 5 への接合作業を第 1 の実施例と同様に簡略化することができる。

【0046】また、抵抗素子 23 についても、抵抗体 23a の 1 つの面に電極 23b, 23c が位置するように\*

\*構成されている。よって、抵抗素子 23 に対するリード線 25a, 25b, 25c の接合作業も、温度補償用コンデンサ 5 の場合と同様に簡略化することができる。

【0047】よって、第 2 の実施例においてもリード線の接合作業を簡略化することができ、弾性樹脂 7 の充填に際してこれらのリード線の接合部分の確認を容易に行うことができる。

【0048】なお、温度補償用コンデンサ 5 は、実施例 1 と同様に、その最大外形寸法が 5mm 以内とされているため、実施例 1 と同様に、■耐冷熱衝撃性の向上、■気泡の発生の抑制による超音波の所望でない反射の抑制、並びに■温度補償用コンデンサ 5 における所望でない超音波の反射の抑制を果たし得る。

【0049】好ましくは、抵抗素子 23 及びトランス素子 22 についても、最大外形寸法を 5mm 以下とすることにより、上記と同様の作用効果を得ることができる。超音波センサ 21 では、上記のように、トランス素子 22 及び抵抗素子 23 が内蔵され、かつ上記のように接合されているため、図 6 に示す回路図から明らかのように、温度補償用コンデンサ 5 と、トランス素子 22 及び抵抗素子 23 により、LCR 共振回路がケース 2 内において一体的に構成されかつ内蔵されることになる。

【0050】図 6 において、L1, L2 はトランス素子 22 における一次側及び二次側のインダクタンスを、C1 は、温度補償用コンデンサ 5 の静電容量を、R1 は抵抗素子 23 の抵抗を示し、R2, L3, C2 及び C4 は、圧電振動素子 3 の等価回路を示す。

【0051】今、インダクタンス L2、容量 C1, C4 は、並列共振回路を構成しているので、共振周波数 f0 は、

【0052】

【数 1】

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_2 \times (C_1 + C_4)}} \quad \dots \text{式 (1)}$$

【0053】となる。共振周波数において、インピーダンスが無限大となる。他方、圧電振動素子 3 の等価インダクタンス L3 及び等価静電容量 C2 は、直列共振回路※

※を構成しているので、共振周波数 f0 は、

【0054】

【数 2】

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_3 \times C_2}} \quad \dots \text{式 (2)}$$

【0055】となる。共振周波数においてインピーダンス 0 となる。従って、共振周波数において超音波センサ 21 のインピーダンスが最小となるように、インダクタンス L3 及び温度補償用コンデンサ 5 の静電容量 C1 の値を決定し、これらの部品を超音波センサ 21 に内蔵させることにより、超音波センサ 21 の温度追従性の向上を図り得ることがわかる。

【0056】図 7 (a) 及び (b) は、本発明の第 3 の実施例に係る超音波センサを説明するための断面図及びその回路構成を示す図である。超音波センサ 31 は、温度補償用コンデンサ 5 に、インダクタンス素子としてのトランス素子 22 が接続されて、LC 共振回路を構成していることを除いては、第 1 の実施例の超音波センサ 1 と同様に構成されている。従って、同一部分について

は、同一の参照番号を付することにより、その詳細な説明は省略する。

【0057】温度補償用コンデンサ5の電極5b, 5cに、それぞれリード線24a, 24bを介してトランス素子22が接続されている。トランス素子22についても、ケース2内に配置されており、弾性樹脂7によりケース2内に固定されている。トランス素子22には、引出しリード線8a, 8bが接続されている。

【0058】このように、本発明に係る超音波センサ31では、温度補償用コンデンサ5に加えて、トランス素子22を接続することにより、ケース2内にLC共振回路を構成してもよく、それによって第2の実施例の超音波センサ21と同様に温度追従性を高め得る。

【0059】次に、第1の実施例に係る超音波センサ1及び第2の実施例に係る超音波センサ21の具体的な実験例につき説明する。超音波センサ1, 21について、図8に示す測定回路を用いて温度特性を測定した。

【0060】図8の測定回路において、41はオシロスコープ、42はファンクション・ジェネレータを示す。ファンクション・ジェネレータ42から矩形波周波数40kHz、パルス幅0.2msec、パルスサイクル=50Hz、電圧10V<sub>pp</sub>の超音波パルスを発生し、超音波センサBに印加し、超音波を200mm離れた位置に配置された反射板43に投射し、反射されてきた超音波を超音波センサBで測定し、オシロスコープ41にて送信波形及び受信波形を観察した。

【0061】上記超音波センサBとして、下記の仕様の超音波センサ1を用い、送・受信を観察したところ、図9に示す結果が得られた。

超音波センサ1の仕様…PZT系圧電セラミックスからなり、直径7mm×厚み0.16mmの円板状の圧電セラミック板の両正面に銀電極を形成したもの。

【0062】温度補償用コンデンサ5…3.3mm×1.6mm×0.6mmで静電容量=1400pFの積層コンデンサ。距離x=2mm

図9から、超音波パルス立ち上がり時間、すなわち超音波パルスを送信してから、得られた反射信号Yの強度が2mV<sub>pp</sub>となるまでの時間を測定したところ、1.0msec

パルス立ち下がり時間(m sec)

条件	-30°C	0°C	+25°C	+60°C	+85°C
従来例	1.06	1.02	1.00	1.14	1.25
超音波センサ1	1.00	1.00	1.00	1.10	1.20
超音波センサ31	0.95	1.00	1.00	1.06	1.16

【0071】図11及び表1から明らかのように、従来の超音波センサ61に比べて、超音波センサ1, 31では、温度変化が与えられたとしても、パルス立ち下がり時間の変動が小さいことがわかる。従って、超音波センサ1, 31では、従来の超音波センサ61に比べて温度

\*secであり、感度は16mV<sub>pp</sub>であった。

【0063】次に、上記の仕様の超音波センサ1の温度特性を超音波センサ1が配置される温度を種々変化させて測定した。結果を図10に示す。図10において、横軸は温度、縦軸は超音波センサの実測静電容量を示す。また、実線Cは、用いた温度補償用コンデンサ5の単体の温度特性を、実線Dは温度補償用コンデンサ5が設けられていない超音波センサの温度特性を、破線Eは超音波センサ1すなわち温度補償用コンデンサ5を備えた超音波センサの温度特性を示す。

【0064】図10から明らかなように、温度補償用コンデンサ5をセンサに組み合わせることにより、破線Eで示すように、温度変化による超音波センサ1の全体の容量の変化を抑制し得ることがわかる。

【0065】次に、超音波センサ1, 31及び図12に示した従来の超音波センサ61のパルス立ち下がり時間の温度特性を測定した。結果を図11に示す。超音波センサ1としては上記仕様のものを用い、超音波センサ31, 61は以下の仕様とした。

【0066】超音波センサ31の仕様…抵抗値10kΩの抵抗素子23及びL<sub>1</sub>=6.4μH, L<sub>2</sub>=3.86mHのトランス素子22を用いたことを除いては、超音波センサ1と同様に構成した。

【0067】従来の超音波センサ61の仕様…温度補償用コンデンサとして、直徑8.3×厚み0.51mmの誘電体セラミック板の両正面に銀電極を形成したものを用い、図12における圧電振動素子63と、温度補償用コンデンサ65の圧電振動素子63から最も遠い部分との間の距離y=5mmとしたことを除いては、実施例の超音波センサ1と同様とした。

【0068】図11において、実線Fが従来の超音波センサの結果を、破線Gが第1の実施例に係る超音波センサ1の結果を、実線Hが第2の実施例に係る超音波センサ21の結果を示す。

【0069】図11の結果を表にして示すと、以下の表1のとおりとなる。

#### 【0070】

#### 【表1】

特性を高め得ることがわかる。

#### 【0072】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、温度補償用コンデンサが誘電体の1つの面に形成された一对の電極を有する構造を有するため、ケース内において、温

度補償用コンデンサに対するリード線の接合作業を容易に行うことができると共に、ケース内に弾性樹脂を充填するに先立ち温度補償用コンデンサとリード線の接合部分の確認を容易に行うことができる。従って、超音波センサの生産性を高めて安価な超音波センサを提供し得ると共に、超音波センサの信頼性も高めることができる。

【0073】請求項2に記載の発明によれば、温度補償用コンデンサの超音波の伝搬方向の寸法が $\lambda/4$ 未満とされているため、超音波の定在波による不要反射が発生せず、かつ耐冷熱衝撃性を高めることができ、さらに弾性樹脂充填に際しての気泡の発生を抑制することができる。従って、気泡の発生の抑制による所望でない超音波の反射を防止し得るだけでなく、コンデンサ自体による超音波の所望でない反射を抑制することができる。よって、超音波センサの小型化だけでなく、耐冷熱衝撃性及び測定精度の向上を図ることが可能となる。

【0074】請求項3に記載の発明では、温度補償用コンデンサの圧電振動素子から最も遠い部分と圧電振動素子との間の距離が $\lambda/4$ 未満とされているため、温度補償用コンデンサの圧電振動素子に対する温度追従性が高められるので、超音波センサの測定精度の温度変化によるバラつきを、効果的に抑制することができ、温度特性の安定な超音波センサを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る超音波センサを説明するための断面図。

【図2】第1の実施例で用いられている温度補償用コンデンサを示す斜視図。

【図3】本発明で用い得る温度補償用コンデンサの他の例を示す斜視図。

【図4】本発明で用い得る温度補償用コンデンサのさらに他の例を説明するための斜視図。

(7)  
12

【図5】本発明の第2の実施例に係る超音波センサを示す断面図。

【図6】第2の実施例の超音波センサの回路構成を示す回路図。

【図7】(a)及び(b)は、本発明の第3の実施例に係る超音波センサの断面図及び回路構成を示す回路図。

【図8】実験例において超音波センサの特性を測定するのに用いた測定回路を示す回路図。

10 【図9】第1の実施例に係る超音波センサの測定結果を説明するためのオシロスコープ状の波形を示す図。

【図10】第1の実施例に係る超音波センサの温度特性を説明するための図。

【図11】第1、第2の実施例の超音波センサと従来の超音波センサの温度特性を説明するための図。

【図12】従来の超音波センサを示す断面図。

#### 【符号の説明】

1…超音波センサ

2…ケース

3…圧電振動素子

20 4…温度補償用コンデンサ

5a…誘電体

5b, 5c…電極

6a, 6b…リード線

7…弾性樹脂

8a, 8b…リード線

10, 11…コンデンサ

10a, 11a…誘電体

10b, 10c, 11b, 11c…電極

21…超音波センサ

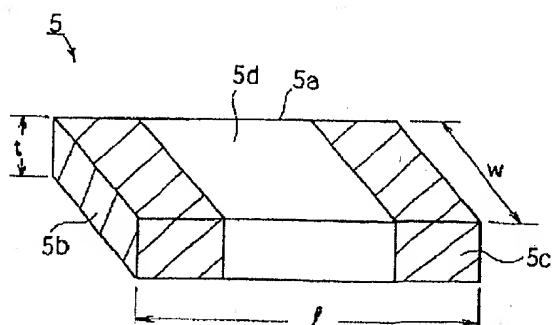
22…トランジスタ

23…抵抗素子

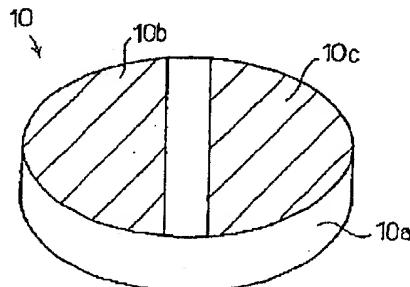
24a, 24b, 25a～25c…リード線

31…超音波センサ

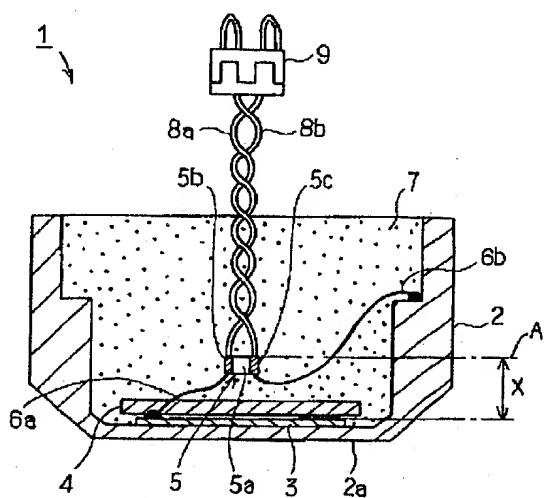
【図2】



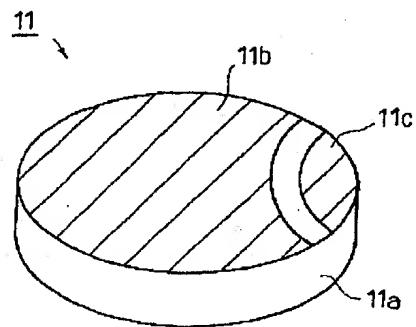
【図3】



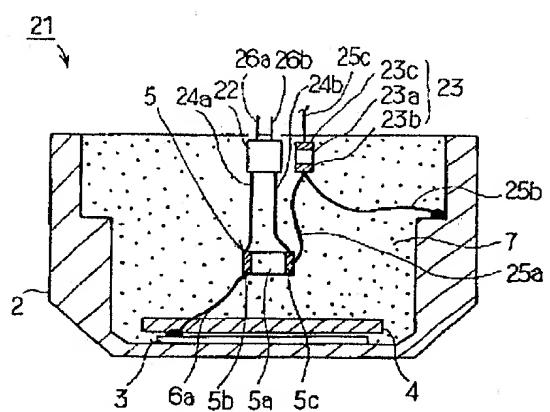
【図1】



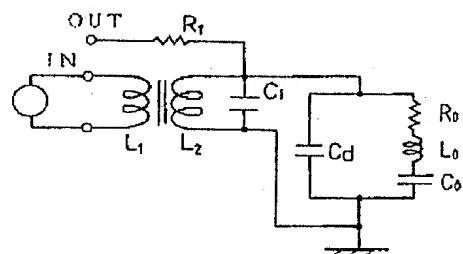
【図4】



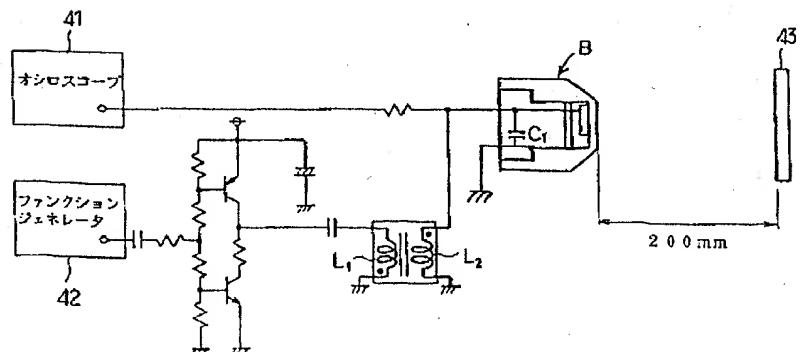
【図5】



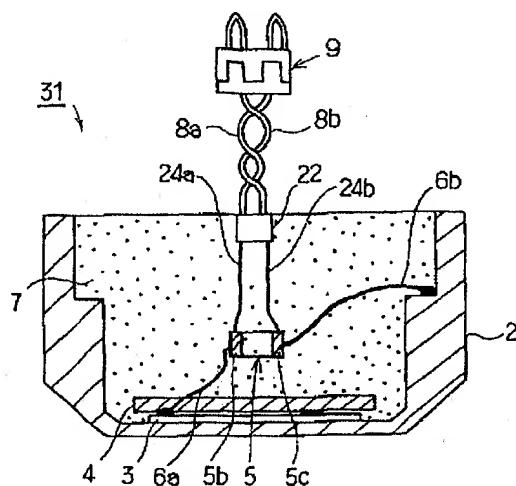
【図6】



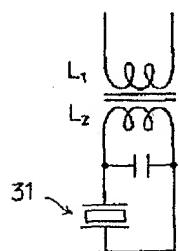
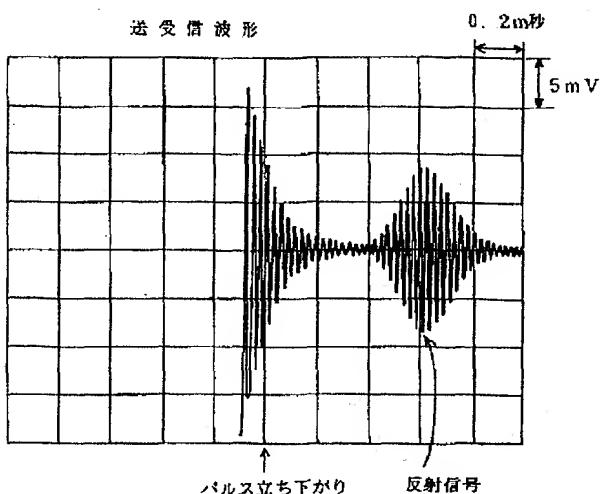
【図8】



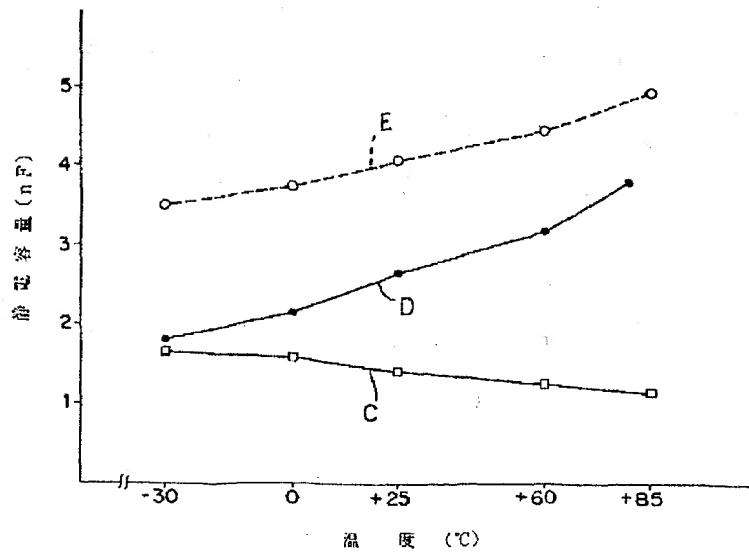
【図7】



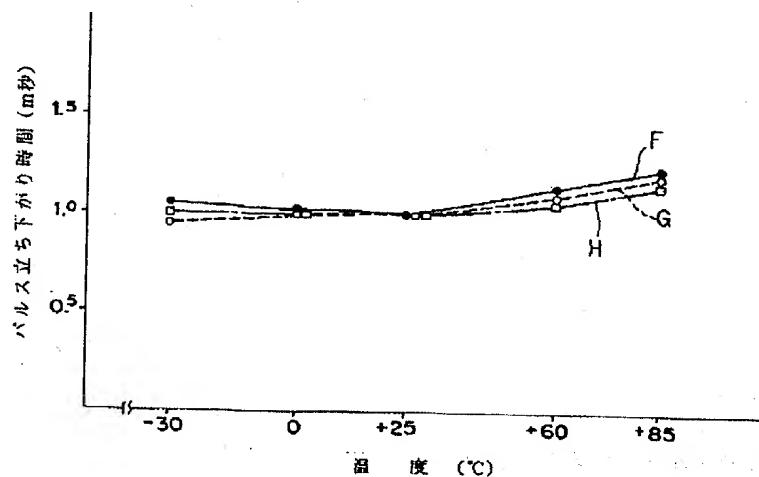
【図9】



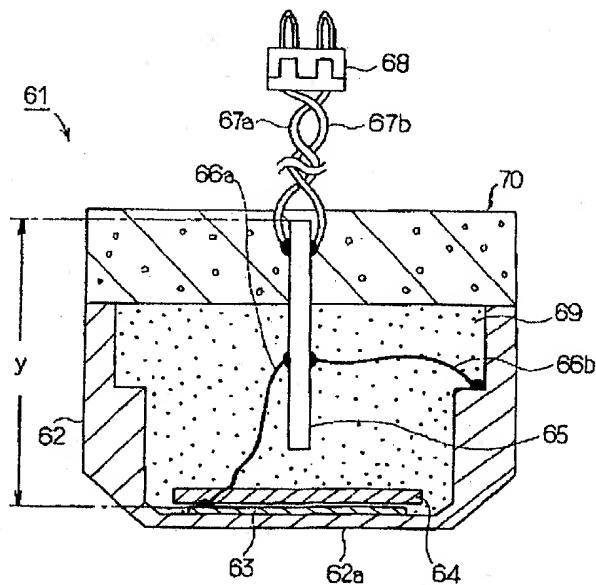
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 小田 正晴

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内